

菊水電子 494B
494C 形

電圧目盛校正用 方形波発生器

SERIAL NO

本機はオシロスコープの電圧目盛校正に使用する方形波の発生器で
実効値形，平均値形，波高値形および波高値間電圧指示形の各種
真空管電圧計の目盛校正にも利用でき，
peak to peak 電圧直読の電圧計と分圧回路により，100V 以
下の任意の方形波出力（60%および1000%）のほか，同一電圧値
の直流出力を取り出すことができる。

494C 形は，494B 形の分圧回路を巻線抵抗に
変更し，更に高確度の校正を可能にしてある。

△ . .			分類 番号	
△ . .			仕様 番号	S-20028
162・2・3		形名 494B 形 取扱説明書		1 3 5 2 4
版 年 月 日 承認		494C	図番	NP-32635
菊水電子工業		取扱説明書書式		

－ 保 証 －

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より1年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

－ お 願 い －

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合わせください。

★ 外部計器の誤差を含んでいない。

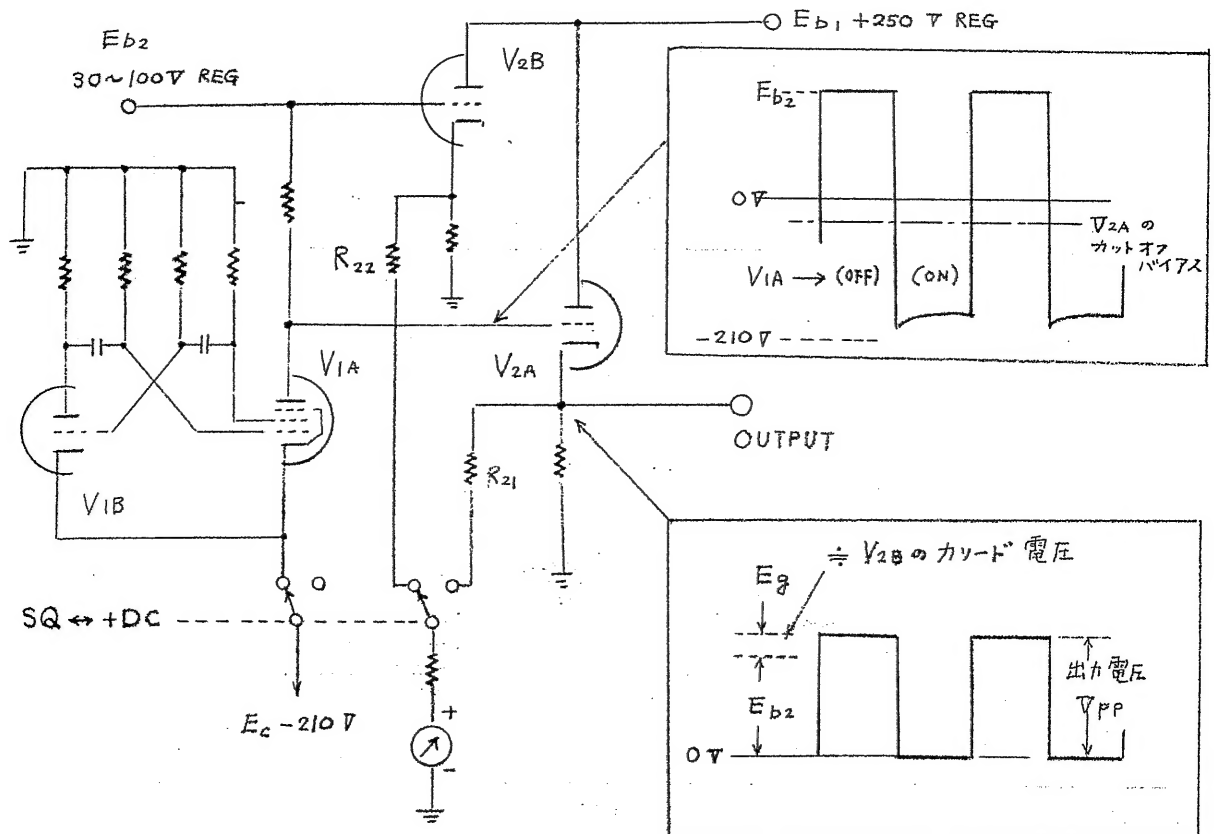
65 12. 100 x 30 M2

1		電源スイッチを兼ねた出力電圧の調整ツマミである。	1
2	(OUTPUT VOLTS)	POWER OFF 位置から時計方向に回すと電源が入り	2
3	(POWER ON, OFF)	約 20 秒で動作を開始する。	3
4		出力電圧は時計方向で増加し、調整範囲は「出力電	4
5		圧計」の振れで約 35~105% である。	5
6			6
7		出力電圧レンジの切換ツマミで、2 重軸である。	7
8		* 外側黒色ツマミ。1 - 2 - 5 ステップで、最小 0.2 より、	8
9		最大 100 までの 9 レンジを選択する。	9
10	(VOLTS RANGE)	* 内側赤色ツマミ。電圧の単位を設定するツマミで、方形	10
11		波出力のときは peak to peak 値となる。	11
12		外側黒色ツマミが 50、内側赤色ツマミが mV で	12
13		「出力電圧計」の指示が 50 目盛の 47 とすれば、出力	13
14		電圧は 47 mV または 47 mV P-P となる。	14
15			15
16		出力電圧を指示する可動線輪形直流電流計である。	16
17	(出力電圧計)	0 ~ 20, 0 ~ 50 および 0 ~ 100 の 3 目盛があり	17
18		出力電圧レンジによつて選択する。	18
19			19
20		出力端子である。	20
21	OUTPUT	UHF 形のレセプタクルであるが、M 形のプラグにも適合	21
22		しバナナ プラグも使用できる。GND 端子はパネル/シヤツシと	22
23		電氣的に接続されている。	23
24			24
25		出力の種類を切替えるスナツプ スイッチである。	25
26	+ DC	* + DC GND に対しプラスの直流電圧となる。	26
27		* SQUARE 方形波となり、電圧は P-P 値である。	27
28	SQUARE	切換えにより出力電圧 (V および VP-P) はほとんど	28
29		変化しない。	29
30			30
31	SYMMETRY	方形波出力の対称性を調整するツマミである。	31
32			32
33	1000 %	方形波出力の繰返し周波数を切替えるスイッチである。	33
34	↑	* 1000 % 主として電圧目盛校正に使用する。	34
35	60 %	* 60 % 主としてサグの測定に使用する。	35

△ . . .			分類 番号	
△ . . .				
162・2・3	形 名	494B 形	取扱説明書	仕様 番号
版 年 月 日 承認		494C		S-20030
菊水電子工業	取扱説明書書式	図番	NP-32635	

回路の動作

下図は本機の主要部を模式的に表したもので、方形波出力の状態である。
 V_1 はフリーランニングのマルチバイブレータを形成し、交互に ON, OFF の状態が繰返えされ、5 極管部 V_{1A} のプレート電位は図示のように変化している。



このため V_{2A} は半周期ごとにカットオフされ、つぎの半周期に導通常態となり、上図のような方形波出力がカソードに表れる。この方形波の波高値は $V_{2A, B}$ の特性が同一であれば、グリッドが直接 E_{b2} に接続されている V_{2B} のカソード電圧と等しく、これを直接電圧計で指示させる。

V_{2B} の出力抵抗は約 150Ω 、電圧計の入力抵抗は $500k\Omega$ であるから、それを接いだことによる V_{2B} のカソード電圧低下は 0.03% で無視することができる。また $V_{2A, B}$ の特性差 (グリッドバイアスの差になつて問題となる) は、 V_2 として μ の大きい特性の近以している双三極管を使用し、また相互偏差の小さい R_{21}, R_{22} を使用することによつて、方形波の出力電圧 P-P 値を、 V_{2B} のカソード電圧で測定できるようにしてある。

なお、 E_{b1}, E_{b2} は直列形の定電圧回路で安定化してある。

△ . . .			分類 番号	
△ . . .			仕様 番号	
162・2・3	形名	494B 形	取扱説明書	S-20031
版年月日承認		494C		13 5 24
菊水電子工業	取扱説明書書式	図番	NP-32635	

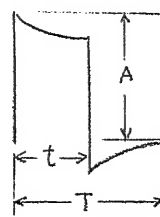
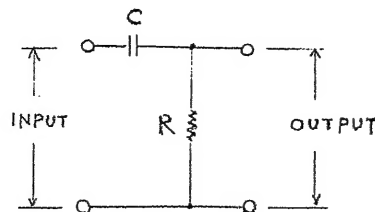
オシロスコープの調整

電圧目盛の校正

オシロスコープのスクリーンの電圧目盛は、 $VP-P/cm$ または $VP-P/div$ であるから、本機の出力方形波を利用して校正できる。

サグの測定

下図のようなコンデンサと抵抗の直列回路に方形波を加えると、出力波形は図のように傾斜(サグ)する。これは方形波の基本波が、振巾1/3の才3調波同じく1/5の才5調波-----等より位相が進むため、 $Duty\ Cycle = t/T = 50\%$ で測定する。下表はCR結合1段について計算した



サグの値と、CR積(Meg Ω × μF)の関係である。

$$サグ = \frac{B}{A}$$

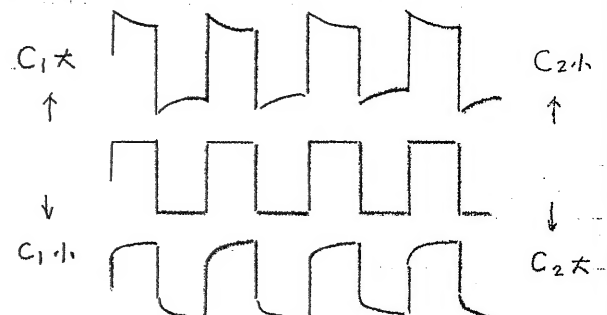
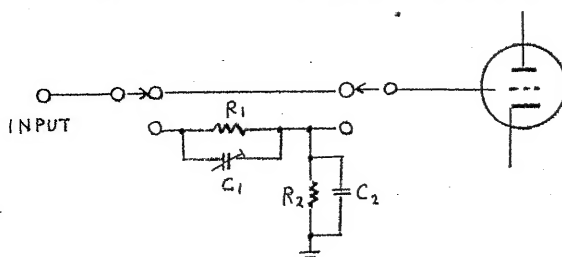
サグ %	1	2	3	4	5
60 %	0.8301	0.4125	0.2736	0.2041	0.1624
1000 %	0.04975	0.02475	0.01642	0.01225	0.00975
サグ %	6	7	8	9	10
60 %	0.1347	0.1148	0.0999	0.0884	0.0791
1000 %	0.00808	0.00689	0.00600	0.00530	0.00475

$$RC = \frac{0.43429}{2f \log \zeta_t}$$

$$\zeta_t = 1 - \text{sag}$$

分圧回路の調整

オシロスコープの分圧回路は、高域の周波数特性を補償するため、下図のように C_1 C_2 を追加してある。



* C_1 が大きいと高域の減衰が減少し、基本波が進んで出力にサグを生じる。

* C_1 が小さいと // // 増加し、 // 遅れて出力がタレる。

低容量プローブの調整も同様にして出力波形を正しい方形波にすればよい。

△ . .			分類 番号	
△ . .			仕様 番号	
162・2・3	形 名	494B 494C	取扱説明書	S-20032
版年月日承認	取扱説明書書式		図番	NP-32635
菊水電子工業				

出力の短絡

[OUTPUT VOLTS RANGE] ツマミが 100V のとき [OUTPUT] 端子を短絡すれば, V_2 , R_{217} , 等が破壊される。50V, 20V のレンジでは V_2 , R_1 または V_2 , R_1 , R_2 等を損傷する危険がある。10V 以下および mV の全レンジは短絡しても安全である。

出力電圧計の説取り

[出力電圧計] は説取りのバラツクスを防ぐため, ミラーを活用する。

特に正確な出力電圧を必要とするときは, 次項に説明する外部計器の指示を読み取る。

方形波出力のときは, 前頁に説明した V_2 のユニット間特性差と, R_{21} , R_{22} の相互偏差が誤差となるので, 計器説取のときだけ [SQUARE \leftrightarrow + DC] スイッチを + DC とし, 方形波の波高値と等しい V_{2B} のカソード電圧を直接測定する。

外部計器の使用

外部計器は付属の 47 号プラグを使用して内部回路に接続する。プラグの中心がプラス, マイナスは外側導体に接続する。

＊精密級可動線輪形電流計 正確に $200\mu A \sim 80\mu A$ を測定できる電流計で, 内部抵抗 500Ω のものが必要である。内部抵抗が指定値に対し $\pm 500\Omega$ 相異なるものを使用すると, $\pm 0.1\%$ の誤差を生じる。

＊直流電位差計またはデジタル ボルトメータ 正確な 500Ω の抵抗を接続し, 両端の電圧降下 ($200\mu A =$ フルスケールのとき $0.1V$) を測定する。

出力インピーダンス

直流出力のときの出力抵抗は, 概略右表 レンジ の ON 項の値となる。

	レンジ	出力 インピーダンス $k\Omega$		1 $M\Omega$ 負荷の誤差 %
		ON	OFF	
方形波出力の出力インピーダンスはほぼ純抵抗で, V_{2B} が導通状態のときは ON, カットオフ状態のときは OFF 項の値となる。	100V	0.25	9.03	
	50"	2.57	4.93	0.26
	20"	1.70	2.08	0.17
負荷を接続したときの電圧降下は, CN 項の出力インピーダンスが関係し, その値は $\frac{\text{出力インピーダンス (ON)}}{\text{負荷抵抗}}$ となり, 右表の最右欄に $1 M\Omega$ の負荷を使用したときの誤差を記入してある。	10"	11.01	1.10	0.10
	5"	0.58	0.60	0.06
	2"	0.30	0.30	0.03
	1"	0.20	0.20	
	0.5"	0.15	0.15	
なお, mV の全レンジは ON OFF とも約 200Ω である。	0.2"	0.12	0.12	

△ . . .			分類番号	
△ . . .				
162・2・3	形名	494B	取扱説明書	仕様番号
版年月日承認		494C		S-20033
菊水電子工業	取扱説明書書式		図番	NP-32635

真空管電圧計の校正

真空管電圧計は、動作形式によりつぎのような種類がある。

- *実効値指示形 (実効値の大小に応じた指示をする)
- *平均値指示形 (平均値 " 例えは当社161A形)
- *波高値指示形 (波高値 " " 111A形)
- *P-P値指示形 (P-P値 " " 107A形)

通常これらの電圧目盛は、正弦波で校正し、指示形式を問わず実効値を記入する場合が大部分である。

本機の方形波出力は、簡単に実効値、平均値、波高値、へ換算ができるから、いかなる指示形式の真空管電圧計も校正できる。ただし現実の真空管電圧計は、測定波形または電圧の差により理想的な実効値形あるいは波高値形等の動作から外れることがあるので、方形波で校正した結果が正弦波のときと一致しないことがある。

SYMMETRY の調整

実効値指示形、平均値指示形および波高値指示形VTVMの校正には対称性が1:1(Duty Cycle=50%)の方形波を使用する。

方形波電圧の実効値および平均値は、P-P値を同一とすればDuty Cycleが50%のとき最大値となるから、これらのVTVMを並用してその指示が最大となるように[SYMMETRY]ツマミを調整する。

電圧の換算

V T V M			SYMMETRY の調整	VTVMの指示		
指示形式	目盛			494の出力(VPP)		
実効値形 VTVM	RMS	必要	1 / 2	Or	0.5	1
平均値形 VTVM	RMS	必要	1 / 1.8	"	0.555	1
" "	平均値	"	1 / 2	"	0.5	1
波高値形 VTVM	RMS	必要	1 / 2.83	"	0.354	1
" "	波高値	"	1 / 2	"	0.5	1
P-P値形 VTVM	RMS	不要	1 / 2.83	"	0.354	1
" "	P-P	"	1 / 1	"		

△ . .			分類 番号	
△ . .			仕様 番号	
162・2・3	形名	494B 形	取扱説明書	S-20034
版年月日	承認	494C	図番	NP-32635
菊水電子工業		取扱説明書書式		

VTVMの校正例

下表は当社製VTVMを494B形の方形波出力を使用して校正した1例である。

指示形式 形式番号		平均値指示形 161 (≒161A)		波高値指示形 PV-111 (≒111A)		P-P値指示形 PV-107 (≒107A)	
VTVMの指示		494出力	RMS	494出力	RMS	494出力	RMS
レンジ 指示		Vpp	換算値	Vpp	換算値	Vpp	換算値
50	50	90.6	50.3				
//	40	72.7	40.3				
//	30	54.5	30.2	84.6	29.9	84.0	29.7
//	20	36.3	20.15	56.5	20.0	56.0	19.8
//	10	18.2	10.1	28.8	10.0	27.7	9.8
15	15			42.4	15.0	41.8	14.8
//	12			34.0	12.0	33.4	11.8
//	9			25.3	8.94	24.9	8.8
//	6			16.8	5.95	16.5	5.8
//	3			8.01	2.83	8.0	2.83
5	5			14.0	4.93	13.7	4.85
//	4			11.1	3.92	10.9	3.85
//	3			8.01	2.89	8.0	2.83
//	2			5.40	1.91	5.3	1.88
//	1			2.61	0.92	2.57	0.91
1.5	1.5			4.00	1.42	3.96	1.40
//	1.2			3.17	1.12	3.11	1.10
//	0.9			2.33	0.82	2.29	0.81
//	0.6			1.50	0.53	1.49	0.53
//	0.3			0.70	0.25	0.68	0.24

測定周波数：1000%

494Cを使用するときは、立上り時間が長いので出力を約0.2%増加させる。

△ . . .			分類 番号	
△ . . .			仕様 番号	S-20035
162.2.3		形名 494B 494C 形	取扱説明書	13 5 24
版年月日	承認	菊水電子工業	取扱説明書書式	図番 NP-32635

調 整

R₂₁、R₂₂ の点検

R₂₁、R₂₂ を測定し、抵抗値の相互偏差 (494B: 1%, 494C: 0.5%) を点検する。

安定化電源

[SQ +DC] スイッチを SQUARE. [VOLTS RANGE] ツマミを 100mV, [出力電圧計] を 100 目盛の 100 とし、各部の電圧測定と電源電圧の ±10% 変動に対する電圧変動を点検する。

* E_{b1} (+250V) 250V±10V, リップル≒0.2V_{pp}, 電圧変動≒3V である。

* E_{b2} (+30~105V) [OUTPUT VOLTS] ツマミで≒30~105V を変化できるように R₂₁₆、R₂₁₇ を調整。

リップル≒20mV_{pp}. 電圧変動≒0.2V である。

[SQ +DC] スイッチを切換えたときの電圧変動は 0.1V 以下

* V_G (85A2) 85V±3V, 電圧変動≒0.3V である。

出力電圧計

正確に DC 80~200μA を測定できる標準電圧計および

// DC 40~100V // 標準電圧計を用意し、+DC で行う。

* 電流感度 電流計をジャックに挿入し、標準器指示 200μA のとき [出力電圧計] 指示を R₂₆ に直列の抵抗でフルスケールにする。

* 電圧感度 電圧計を V_{2A} のピン #³ と GND 間に接ぎ、標準指示 100V のとき [出力電圧計] 指示 (= 標準電流計指示) を R₂₄ に直列の抵抗を交換してフルスケール (=200μA) にする。

* 電圧目盛 標準電流計または電圧計の指示を、40%~100% とし、[出力電圧計] の指示を読む。

V₂ の選択

エージングされた 6BQ7A を用意し、[SQ +DC] スイッチを切換えたとき、[出力電圧計] の指示差が、フルスケールの 40~100% の間で最小となるものを選択する。

R₁~R₁₁ の点検

R₁~R₁₁ の抵抗値 (相互偏差で 494B: 1%, 494C: 0.2%) を点検する。

△ . . .				分類 番号	
△ . . .				仕様 番号	
162.2.3		形名	494B 形	取扱説明書	S-20036
版年月日	承認		494C		13 54
菊水電子工業		取扱説明書書式		図番	NP-32635